

PCT/JPO3/13442

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

21.10.03
RECEIVED
04 DEC 2003
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 0 6 4 2 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 0 6 4 2 1]

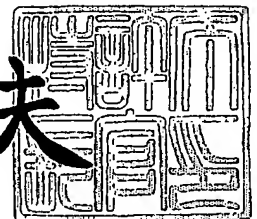
出 願 人 山 洋 電 気 株 式 会 社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 9 5 9 6 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 SAN0206

【提出日】 平成14年10月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G05D 3/12

【発明者】

【住所又は居所】 東京都豊島区北大塚一丁目 1 5 番 1 号 山洋電気株式会社
社内

【氏名】 井出 勇治

【特許出願人】

【識別番号】 000180025

【住所又は居所】 東京都豊島区北大塚一丁目 1 5 番 1 号

【氏名又は名称】 山洋電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091443

【弁理士】

【氏名又は名称】 西浦 ▲嗣▼晴

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 076991

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9712865

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 モータの位置制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 制御対象であるモータの位置を検出する位置検出部と、

前記モータの速度を算出する速度算出部と、

前記位置検出部からフィードバックされた前記モータの位置と位置指令とが一致するように速度指令を出力して位置制御をする位置制御部と、

比例積分制御により、前記速度算出部からフィードバックされた前記速度と前記速度指令とが一致するようにトルク指令を出力して速度制御を行う速度制御部と、

前記トルク指令に基づいてトルク制御を行うトルク制御部とを備えたモータの位置制御装置において、

前記速度制御部が、

速度制御系の遅れに相当する伝達関数を有する速度制御側遅れ補償ローパスフィルタと、

前記速度指令を前記速度制御側遅れ補償ローパスフィルタに入力して得た遅延速度指令と前記速度との速度偏差を積分する速度積分器を含んで構成された積分制御系と、

前記速度指令と前記速度との差に比例した指令を出力する比例制御系と、

前記積分制御系の出力と前記比例制御系の出力とを加算する加算手段と、

前記加算手段の出力に速度比例ゲインを乗じて前記トルク指令を得る乗算手段とから構成されていることを特徴とするモータの位置制御装置。

【請求項 2】 制御対象であるモータの位置を検出する位置検出部と、

前記モータの速度を算出する速度算出部と、

前記位置検出部からフィードバックされた前記モータの位置と位置指令とが一致するように速度指令を出力して位置制御をする位置制御部と、

比例積分制御により、前記速度算出部からフィードバックされた前記速度と前記速度指令とが一致するようにトルク指令を出力して速度制御を行う速度制御部と、

前記トルク指令に基づいてトルク制御を行うトルク制御部とを備えたモータの位置制御装置において、

前記速度制御部が、

速度制御系の遅れに相当する伝達関数を有する速度制御側遅れ補償ローパスフィルタと、

前記速度指令を前記速度制御側遅れ補償ローパスフィルタに入力して得た遅延速度指令と前記速度との速度偏差を積分する速度積分器を含み制御系中の演算値に速度比例ゲインを乗じて出力する積分制御系と、

前記速度指令と前記速度との差に速度比例ゲインを乗じた指令を出力する比例制御系と、

前記積分制御系の出力と前記比例制御系の出力とを加算する加算手段とから構成されていることを特徴とするモータの位置制御装置。

【請求項 3】 前記位置検出部の量子化誤差及び／または位置誤差が原因となって発生するリップルが、前記トルク指令に現れるのを阻止する伝達関数を有する速度フィードバック・ローパスフィルタを更に備え、

前記比例制御系は、前記速度を前記速度フィードバック・ローパスフィルタに入力して得たフィルタ処理後の速度と前記速度指令との偏差を求める減算手段を含んでいることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のモータの位置制御装置。

【請求項 4】 前記位置制御部は、前記位置指令と前記位置検出部により検出した前記位置との位置偏差を求める減算手段と前記位置偏差に位置比例ゲインを乗算する位置ループ乗算手段により構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のモータの位置制御装置。

【請求項 5】 前記位置制御部は、前記位置指令を微分する微分器と、前記微分器の出力にフィードフォワード・ゲインを乗算する乗算手段と、前記位置指令の量子化誤差によるリップルを除去する伝達関数を有するフィードフォワード・ローパスフィルタとを更に備えており、

前記位置制御部からは、前記位置ループ乗算手段から出力された指令と前記フィードフォワード・ローパスフィルタから出力された速度フィードフォワード指令とが加算された指令が前記速度指令として出力されることを特徴とする請

求項 4 に記載のモータの位置制御装置。

【請求項 6】 前記位置制御部は、前記位置指令を微分する微分器と、前記微分器の出力にフィードフォワード・ゲインを乗算する乗算手段と、前記位置指令の量子化誤差によるリップルを除去する伝達関数を有するフィードフォワード・ローパスフィルタと、前記微分器の出力と前記位置検出部により検出した前記位置の微分値との偏差を積分して前記位置偏差を前記位置ループ乗算手段に出力する積分器とを更に備えており、

前記位置制御部からは、前記位置ループ乗算手段から出力された指令と前記フィードフォワード・ローパスフィルタから出力された速度フィードフォワード指令とが加算された指令が前記速度指令として出力されることを特徴とする請求項 4 に記載のモータの位置制御装置。

【請求項 7】 前記フィードフォワード・ゲインは、0.4～0.6 の範囲の値に設定されている請求項 5 または 6 に記載のモータの位置制御装置。

【請求項 8】 速度制御系の遅れに相当する伝達関数を有する位置制御側遅れ補償ローパスフィルタを更に備え、

前記位置制御側遅れ補償ローパスフィルタを通った前記位置指令と前記位置との前記位置偏差が前記位置ループ乗算手段に入力されることを特徴とする請求項 5 に記載のモータの位置制御装置。

【請求項 9】 速度制御系の遅れに相当する伝達関数を有する位置制御側遅れ補償ローパスフィルタが前記微分器と前記積分器との間に配置され、

前記位置制御側遅れ補償ローパスフィルタを通った前記微分器の出力と前記位置の微分値との偏差が前記積分器に入力されることを特徴とする請求項 6 に記載のモータの位置制御装置。

【請求項 10】 前記フィードフォワード・ゲインが 1 または 1 に近い値である請求項 8 または 9 に記載のモータの位置制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、モータの位置制御装置に関するものであり、特に工作機械や半導体

製造装置などに使用される高速位置決め用モータの位置を制御するのに適したモータの位置制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来のモータの位置制御装置としては、図10に示すような制御装置がある（特開平10-254550号公報の図1参照）。この装置では位置指令と位置フィードバックの偏差が位置制御部に含まれる減算器で算出され、この偏差が位置制御部で処理されて速度指令として出力される。そしてエンコーダEから出力された位置フィードバックを速度算出部2で変換して得た速度フィードバックと速度指令との偏差を、速度制御部3に含まれる減算器で算出する。この偏差は、速度制御部3内で処理され、速度制御部3はトルク制御部4にトルク指令を出力する。トルク制御部4は、トルク指令通りのトルクがモータMから出力されるようにモータに流れる励磁電流を制御する。

【0003】

通常、この装置における位置制御部1は比例制御（P制御）部として構成されており、速度制御部3は比例積分制御（PI制御）部で構成されている。従来の速度制御部3を構成するPI制御部は、図11に示す構成を有している。このPI制御部では、速度指令と速度フィードバックの偏差を減算器SBで算出し、その偏差をゲイン1の比例制御系を通して加算器ADに入力する。積分制御系では、乗算器31で偏差に積分ゲインを乗算した後、この偏差を速度積分器32で積分して加算器ADに入力する。加算器ADは、比例制御系の出力と積分制御系の出力とを加算して、乗算器33へと出力し、乗算器33は加算器AD出力に比例ゲインを乗算してトルク指令として出力する。このように、速度制御部3をPI制御部で構成することにより、速度の過渡偏差のみならず、定常偏差も抑制できる。

【0004】

【特許文献1】 特開平10-254550号公報（図1）

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

一般的に、制御系の応答は有限であり、速度指令を出力しても速度フィードバックが応答するには時間がかかる。図 12 は、従来の位置制御装置における位置決め動作をシュミレーションしたものであり、上から位置指令、位置偏差（拡大）、速度指令、速度フィードバック、速度積分器出力、トルク指令、インポジション（位置決め完了）を示している。位置指令が出力されてモータ M は駆動を開始する。しかし位置制御装置から速度指令が出力されてから速度フィードバックが応答するまでの間（速度指令に対応する速度フィードバックが現れるまでの間）、速度積分器 32 は積算を行っている。そしてモータ M が一定速で回転している間に、この積算値は減少する。しかしながらモータ M の減速時にまた積算が行われ、位置決め終了時には残った積算値がすべて吐き出されてからモータ M は停止する。このため、従来の制御装置では、図 12 に示されるように、位置指令が 0 になった後でも、速度積分器 32 の溜り量の分だけ、位置決め応答が遅くなっていた。

【0006】

この問題を解決する方法として、比例制御から比例積分制御に切り換える制御（P-P I 切換制御）を行うことが提案されている。図 13 は P-P I 切換制御における位置決め応答をシュミレーションしたものであり、上から位置指令、位置偏差（拡大）、速度指令、速度フィードバック、速度積分器出力、トルク指令、インポジション（位置決め完了）を示している。この P-P I 切換制御では、モータ回転中は速度制御部 3 を比例制御で動作させ、モータ M が停止する直前で比例積分制御に切り換える。このように動作状態により制御モードを切り換えると、モータ回転中の速度積分器 32 の溜り量を 0 にし、かつ、モータ停止時の定常偏差を抑制しながら、位置決め整定時間を短縮できる効果がある。しかしながら、垂直軸を駆動するモータのように、常にモータに外力が働く制御系に P-P I 切換制御を適用すると、図 14 に示すように位置決め整定時間が延びてしまう。図 14 は、垂直軸を対象とする場合において、P-P I 切換制御における位置決め応答をシュミレーションしたものであり、この図においても上から位置指令、位置偏差（拡大）、速度指令、速度フィードバック、速度積分器出力、トルク指令、インポジション（位置決め完了）を示している。図 14 の速度積分器出力

を見ると分かるように、P I 制御に切り換わってから、速度積分器 32 により、外力に相当するトルクの補償が行われている。このように P-P I 切換制御では、外力がある場合に位置決め整定時間を短縮できないという問題がある。

【0007】

本発明の目的は、仮に外力などがあっても、位置決め整定時間を短縮できるモータの位置制御装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、制御対象であるモータの位置を検出する位置検出部と、モータの速度を算出する速度算出部と、位置検出部からフィードバックされたモータの位置と位置指令とが一致するように速度指令を出力して位置制御をする位置制御部と、比例積分制御により、速度算出部からフィードバックされた速度と速度指令とが一致するようにトルク指令を出力して速度制御を行う速度制御部と、トルク指令に基づいてトルク制御を行うトルク制御部とを備えたモータの位置制御装置を改良の対象とする。

【0009】

本発明においては、速度制御部を、速度制御系の遅れに相当する伝達関数を有する速度制御側遅れ補償ローパスフィルタと、速度指令を速度制御側遅れ補償ローパスフィルタに入力して得た遅延速度指令と速度との速度偏差を積分する速度積分器を含んで構成された積分制御系と、速度指令と速度との差に比例した指令を出力する比例制御系と、積分制御系の出力と比例制御系の出力とを加算する加算手段と、この加算手段の出力に速度比例ゲインを乗じてトルク指令として出力する乗算手段とから構成する。なお比例制御系において速度比例ゲインを速度偏差に乗算し、積分制御系において制御中の演算値に速度比例ゲインを乗じて出力するようにしてもよい。本発明のように速度制御側遅れ補償ローパスフィルタを用いれば、速度制御系の遅れに相当する遅れを持った速度指令と実際に遅れている速度フィードバックの速度との偏差はゼロに近いものとなる。そのため速度積分器の溜まり量をほぼゼロにして、位置決め整定時間を短縮できる。

【0010】

位置検出部（例えばエンコーダ）の精度が悪い場合には、量子化誤差や位置誤差が原因になったリップルが速度フィードバックに含まれることがある。そこでこのような場合に対処するためには、位置検出部の量子化誤差及び／または位置誤差が原因となって発生するリップルが、トルク指令に現れるのを阻止する伝達関数を有する速度フィードバック・ローパスフィルタを設けるのが好ましい。この場合には、速度を速度フィードバック・ローパスフィルタに入力して得たフィルタ処理後の速度と速度指令との偏差を求める減算手段を含んで比例制御系を構成する。なお位置検出部として、精度及び分解能の高いものを用いれば、位置誤差も小さくなるため、このような構成を採用する必要はない。

【0011】

位置制御部は、位置指令と位置検出部により検出した位置との位置偏差を求める減算手段と、この位置偏差に位置比例ゲインを乗算する位置ループ乗算手段とから構成するのが好ましい。この場合において、位置制御部は、位置指令を微分する微分器と、微分器の出力にフィードフォワード・ゲインを乗算する乗算手段と、位置指令の量子化誤差によるリップルを除去する伝達関数を有するフィードフォワード・ローパスフィルタとを更に備えているのが好ましい。また、位置制御部を、位置指令を微分する微分器と、微分器により微分された位置指令と位置検出部により検出した位置の微分値との偏差を積分して位置ループ乗算手段に出力する積分器と、積分器の出力に位置比例ゲインを乗算する位置ループ乗算手段と、微分器の出力にフィードフォワード・ゲインを乗算する乗算手段と、位置指令の量子化誤差によるリップルを除去する伝達関数を有するフィードフォワード・ローパスフィルタとから構成してもよい。そしてこれらの場合には、位置制御部からは、位置ループ乗算手段から出力された指令とフィードフォワード・ローパスフィルタから出力された速度フィードフォワード指令とが加算された指令が速度指令として出力される。

【0012】

このようなフィードフォワード・ローパスフィルタを用いれば、位置指令部が原因となって発生する量子化誤差に基づくリップルが速度指令それ自体に含まれるのを阻止することができる。

【0 0 1 3】

また速度制御系の遅れに相当する伝達関数を有する位置制御側遅れ補償ローパスフィルタを更に設け、この位置制御側遅れ補償ローパスフィルタを通った位置指令と位置フィードバックの位置との位置偏差を位置ループ乗算手段に入力するようにしてもよい。また位置指令を微分する微分器の出力と位置の微分値の偏差を積分器で積分させて位置偏差を求める場合には、速度制御系の遅れに相当する伝達関数を有する位置制御側遅れ補償ローパスフィルタを微分器と積分器との間に配置し、位置制御側遅れ補償ローパスフィルタを通った微分器の出力と位置の微分値との偏差を積分器に入力するようにしてもよい。

【0 0 1 4】

このような位置制御側遅れ補償ローパスフィルタを設けることにより、加速時において位置制御部に入力される位置指令と位置フィードバックとがほぼ同時期に立ち上がるようにする。その結果、位置制御部からの速度指令はかなり小さい値になる。このような構成を採用すると、速度フィードフォワード・ゲインを 1 または 1 に近い値にすることができ、位置決め整定時間を更に短縮することができる。

【0 0 1 5】

【発明の実施の形態】

図 1 は、本発明で用いる速度制御部 1 3 の具体的な構成の一例を示すブロック図である。図 3 は、この速度制御部 1 3 を適用したモータの位置制御装置のシステムの構成を示すブロック図である。図 2 のシステム構成は、速度制御部 1 3 の構成が相違する点を除いては、図 1 0 の従来の構成と実質的に変わるところがない。

【0 0 1 6】

このシステムは、制御対象であるモータ M の位置を検出する位置検出部としてエンコーダ E を備えている。エンコーダ E の出力が、モータの出力軸の位置を示す位置フィードバックである。速度算出部 2 は、エンコーダ E の出力に基づいてモータの速度を算出するように構成されており、速度算出部 2 の出力が速度フィードバックとなっている。速度フィードバックが、モータ M の出力軸の速度を示

している。位置制御部 11 は、位置検出部としてエンコーダ E からフィードバックされたモータ M の位置と位置指令とが一致するように速度指令を出力して位置制御をするように構成されている。図 2 の位置制御部 11 は、位置指令と位置検出部により検出した位置との位置偏差を求める減算手段 SB3 と、この位置偏差に位置比例ゲイン KP を乗算する位置ループ乗算手段 111 により構成されている。

【0017】

速度制御部 13 は、比例積分制御により、速度算出部 2 からフィードバックされた速度と速度指令とが一致するようにトルク指令を出力して速度制御を行う。図 1 に示すように、本実施の形態の速度制御部 13 は、速度制御系の遅れに相当する伝達関数 $(1 / (1 + ST_c))$ を有する速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 を備えている。また速度制御部 13 は、速度指令を速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 に入力して得た遅延速度指令と速度との速度偏差を減算手段 SB2 で求め、この速度偏差に積分ゲイン $(1 / T_{vi})$ を乗算する乗算手段 131 と、乗算手段 131 の出力を積分する速度積分器 132 を含んで構成された積分制御系と、速度指令に比例した指令を出力する比例制御系とを含んでいる。そして速度制御部 13 は、積分制御系の出力と比例制御系の出力とを加算手段 AD1 で加算したものに速度比例ゲイン KVP を乗じてトルク指令として出力する乗算手段 134 を更に備えている。以上の構成が基本構成であるが、この例では、エンコーダ（位置検出部）の量子化誤差及び／または位置誤差が原因となって発生するリップルが、トルク指令に現れるのを阻止する伝達関数 $(1 / (1 + ST_{FB}))$ を有する速度フィードバック・ローパスフィルタ 135 を更に備えている。またこの場合、比例制御系は、速度を速度フィードバック・ローパスフィルタ 135 に入力して得たフィルタ処理後の速度と速度指令との偏差を求める減算手段 SB1 を含んでいる。

【0018】

この例では、速度指令を速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 に通したものと速度フィードバックの差を減算手段 SB2 でとり、速度積分ゲイン $(1 / T_{vi})$ を乗算して積分器 132 に通す。また速度指令と、速度フィードバック

を速度フィードバック・ローパスフィルタ 135 に通したものの差を減算手段 SB1 でとり、積分器 132 の出力と加算手段 AD1 により加算する。そして最後に、速度比例ゲイン (KVP) を乗算してトルク指令を出力する。

【0019】

前述の速度フィードバック・ローパスフィルタ 135 は、エンコーダ E の量子化誤差や位置誤差によるリップルを抑制するフィルタである。このフィルタは、比例制御系のフィードバックにのみ挿入し、リップル分がトルク指令に現れないようにする機能を果す。積分制御系では、速度積分器 132 が平滑作用を行うため、このようなフィルタは不要である。

【0020】

速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 は、速度制御系の遅れに相当する時間を設定し、遅れ補償出力と速度フィードバックとがほぼ同等の立ち上がりになるようにし、速度指令変化時の速度積分器 132 の溜り量を低減する。このように速度制御部 13 を構成することにより、速度フィードバックに含まれるリップルの制御と、速度指令変化時の速度積分器 132 の溜り量の低減を同時に達成することができる。

【0021】

なお、エンコーダ E の量子化誤差が小さい場合は、速度フィードバック・ローパスフィルタ 135 は不要である。また、速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ 133 は、速度制御系の遅れを模擬する伝達関数であれば、どのようなものでもよく、本実施の形態の伝達関数に限定されるものではない。

【0022】

図 2 の制御装置では、位置指令と位置フィードバックの偏差を位置制御部 11 に含まれる減算手段 SB3 で取る。そしてその値を位置比例ゲイン KP 倍して、速度指令を出力する。そして速度指令と速度フィードバックの偏差を速度制御部 13 に含まれる減算手段 SB1 (図 1) でとり、速度制御部 13 を通してトルク指令を出力する。トルク制御部 4 は、トルク指令通りのトルクが出力されるよう電流を制御する。

【0023】

図3は、速度制御部13'の変形例を示すブロック図である。図1の速度制御部13と速度制御部13'とを対比すると、図3の速度制御部13'では速度比例ゲインKVPの乗算手段134'が比例制御系の内部にある点（加算手段AD1の前に挿入されている点）と、積分制御系において速度比例ゲインKVPを演算値に乗算するために、乗算手段131'の伝達関数を変更している点で前者の速度制御部13とは構成が相違する。このようにしても図1の速度制御部13と同様の作用効果を得ることができる。

【0024】

図4及び図5は、この制御系において、モータMの出力軸に一定の外力が働いている場合（例えばモータの出力軸が垂直軸である場合）のシュミレーションの結果である。図4は、速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を入れない場合であり、図5は速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を挿入した場合のシュミレーションの結果である。速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を入れない場合は、モータ加減速に伴い速度積分器132の値が変動する。しかしながら速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を挿入した場合には、速度積分器132の値はほぼ一定を保っている。この結果、速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を入れない場合には、位置決め整定時間が長くなるが、速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ133を挿入した場合には、位置決め整定時間を短縮できることが分かる。なお速度積分器132には、一定外力に相当する値が保持されている。なお、本発明は、外力がない場合にも適用可能である。

【0025】

図6は、本発明のモータの位置制御装置の他の実施の形態の構成を示すブロック図である。図1及び図2に示した実施の形態の構成と同様の部分には、図1及び図2に付した符号と同じ符号を付して説明を省略する。この実施の形態では、位置制御部11Aが、位置指令を微分する微分器112と、微分器の出力にフィードフォワード・ゲインVFFを乗算する乗算手段113と、位置指令の量子化誤差によるリップルを除去する伝達関数（ $1/(1+ST_{FF})$ ）を有するフィードフォワード・ローパスフィルタ114とを更に備えている。この場合には、位置制御部11Aからは、位置ループ乗算手段111から出力された指令と

フィードフォワード・ローパスフィルタ 114 から出力された速度フィードフォワード指令（速度 FF 指令）とが加算手段 AD2 で加算された指令が速度指令として出力される。このようなフィードフォワード・ローパスフィルタ 114 を用いれば、位置指令に含まれる量子化誤差に基づくリップルが速度指令それ自体に含まれるのを阻止することができる。

【0026】

通常、フィードフォワード・ゲイン VFF は 40～60%（0.4～0.6）程度に設定して用いる。また、フィードフォワード・ローパスフィルタ 114 は、前述の通り、位置指令の量子化誤差によるリップルを抑制するフィルタである。位置指令と位置フィードバックの偏差を減算手段 SB3 で取り、位置比例ゲイン KP 倍して、速度指令を出力する。速度指令は、速度制御部 13（または 13'）を通してトルク指令を出力する。本実施の形態の装置では、フィードフォワードを追加することにより、位置決め整定時間を図 2 の場合よりも短縮させることができる。

【0027】

図 7 は、図 6 の実施の形態の変形例を示すブロック図である。図 7 の実施の形態は、位置制御部 11B の構成が図 6 の実施の形態とは異なっており、図 7 においては、図 6 の実施の形態に付した符号と同様の部分に、図 6 に付した符号と同じ符号を付して説明を省略する。図 6 の実施の形態と図 7 の実施の形態とを対比すると、微分器 112 の位置が異なる点と、積分器 116 と微分器 5 とが新たに追加された点で両者は相違する。すなわちこの位置制御部 11B では、位置指令を微分する微分器 112 と、位置検出器で検出した位置を微分する微分器 5 と、微分器 112 の出力（位置指令を微分したもの）と微分器 5 の出力（位置を微分したもの）との偏差（位置微分偏差）を積分する積分器 116 と、積分器 116 の出力に位置比例ゲインを乗算する位置ループ乗算手段 111 と、微分器 112 の出力にフィードフォワード・ゲインを乗算する乗算手段 113 と、位置指令の量子化誤差によるリップルを除去する伝達関数を有するフィードフォワード・ローパスフィルタ 114 とを備えている。この実施の形態によっても、図 6 の実施の形態と同様の効果が得られる。

【0028】

図8は、本発明のモータの位置制御装置の更に他の実施の形態の構成を示すブロック図である。図6に示した実施の形態の構成と同様の部分には、図6に付した符号と同じブロックには、図1及び図2に付した符号と同じ符号を付して説明を省略する。この実施の形態では、図6の実施の形態と比べて、速度制御系の遅れに相当する伝達関数 $(1 / (1 + S T d))$ を有する位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ115を位置制御部11Cが更に備えている点で相違する。この実施の形態では、位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ115を通った位置指令と位置フィードバックとの位置偏差が減算手段SB3により求められ、位置偏差が位置ループ乗算手段111に入力されている。この例では、フィードフォワード・ゲインVFFが1または1に近い値に設定されている。

【0029】

位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ115には、速度制御系の遅れを伝達関数として設定してある。位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ115の出力と位置フィードバックとが同程度に立ち上がるように位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ115の伝達関数が定められている。位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ115を追加すると、位置制御部11Cの位置ループ乗算手段111の出力はかなり小さな値になる。この装置では、位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ115の追加により、フィードフォワード・ゲインVFFを100%または100%に近い値まで（1または1に近い値まで）上げることができ、図6の実施の形態の場合と同程度、もしくは、それよりは若干短く、位置決め整定時間を短縮できる。

【0030】

図9は、図7の実施の形態において、位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ115を追加した場合の構成を示すものである。したがって図7の実施の形態とは、位置制御部11Dの構成が相違している。その他の点は、図7の実施の形態と同様であるので説明を省略する。

【0031】

【発明の効果】

本発明によれば、速度制御側遅れ補償ローパスフィルタを用いているので、速度制御系の遅れに相当する遅れを持った速度指令と実際に遅れている速度フィードバックの速度との偏差をゼロに近いものとして、速度積分器の溜まり量をほぼゼロにして、位置決め整定時間を短縮できる利点が得られる。そのため本発明の位置制御装置の適用により、簡単な構成で、外力がある場合の位置決め整定時間を短縮でき、より、高速な位置決め制御が表現できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明で用いる速度制御部の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【図 2】

図 1 の速度制御部を適用したモータの位置制御装置のシステムの構成を示すブロック図である。

【図 3】

本発明で用いる他の速度制御部の具体的な構成の一例を示すブロック図である。

【図 4】

モータの出力軸に一定の外力が働いている場合において、速度制御側遅れ補償ローパスフィルタを入れない場合のシュミレーション結果を示す図である。

【図 5】

モータの出力軸に一定の外力が働いている場合において、速度制御側遅れ補償ローパスフィルタを入れる場合のシュミレーション結果を示す図である。

【図 6】

本発明のモータの位置制御装置の他の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 7】

本発明のモータの位置制御装置の更に他の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 8】

本発明のモータの位置制御装置の更に他の実施の形態の構成を示すブロック図

である。

【図 9】

本発明のモータの位置制御装置の更に他の実施の形態の構成を示すブロック図である。

【図 10】

従来のモータの位置制御装置の構成を示す図である。

【図 11】

従来の速度制御部の構成を示すブロック図である。

【図 12】

従来の位置制御装置における位置決め動作をシュミレーションした結果を示す図である。

【図 13】

P-P I 切換制御における位置決め応答をシュミレーションした結果を示す図である。

【図 14】

垂直軸を対象とする場合において、P-P I 切換制御における位置決め応答をシュミレーションした結果を示す図である。

【符号の説明】

13 速度制御部

2 速度算出部

4 トルク制御部

11, 11A, 11B, 11C, 11D 位置制御部

SB1, SB2, SB3 減算手段

KP 位置比例ゲイン

KVP 速度比例ゲイン

VFF フィードフォワード・ゲイン

111 位置ループ乗算手段

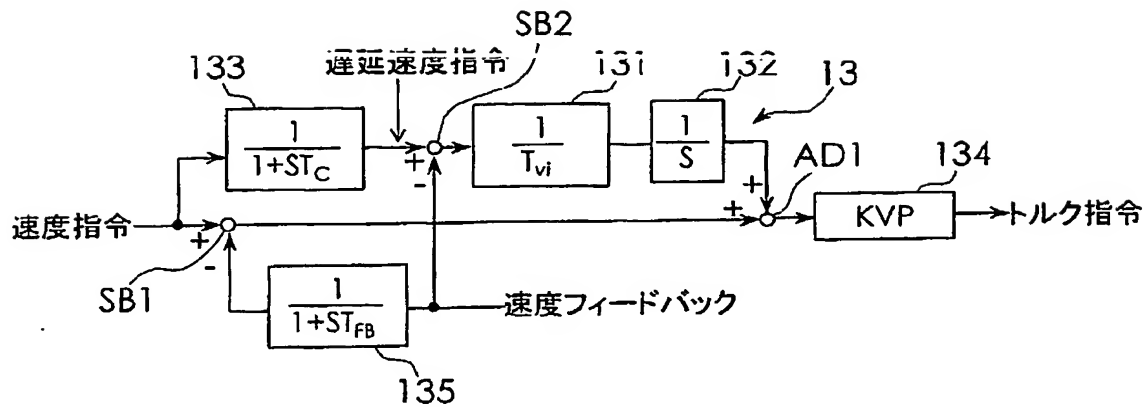
5, 112 微分器

113, 131, 134 乗算手段

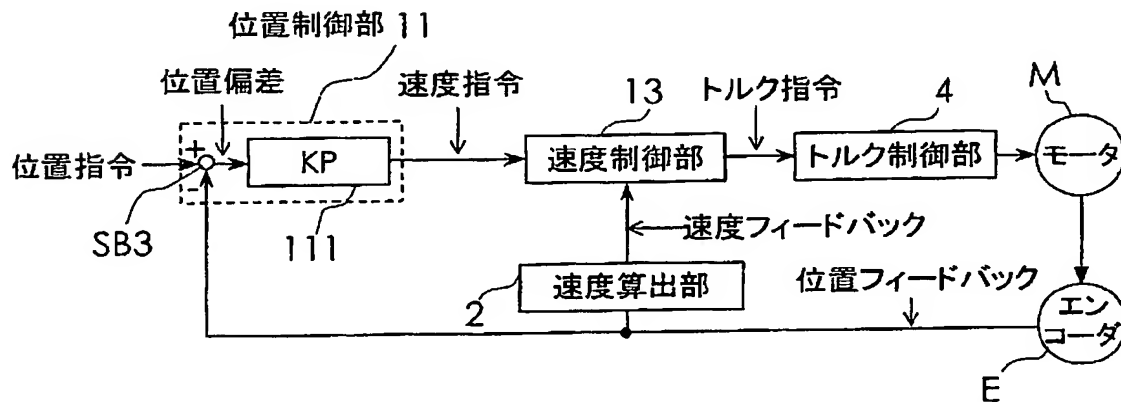
- 1 1 4 フィードフォワード・ローパスフィルタ
- 1 1 5 位置制御側遅れ補償ローパスフィルタ
- 1 1 6 積分器
- 1 3 2 速度積分器
- 1 3 3 速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ
- 1 3 5 速度フィードバック・ローパスフィルタ
- A D 1, A D 2 加算手段

【書類名】 図面

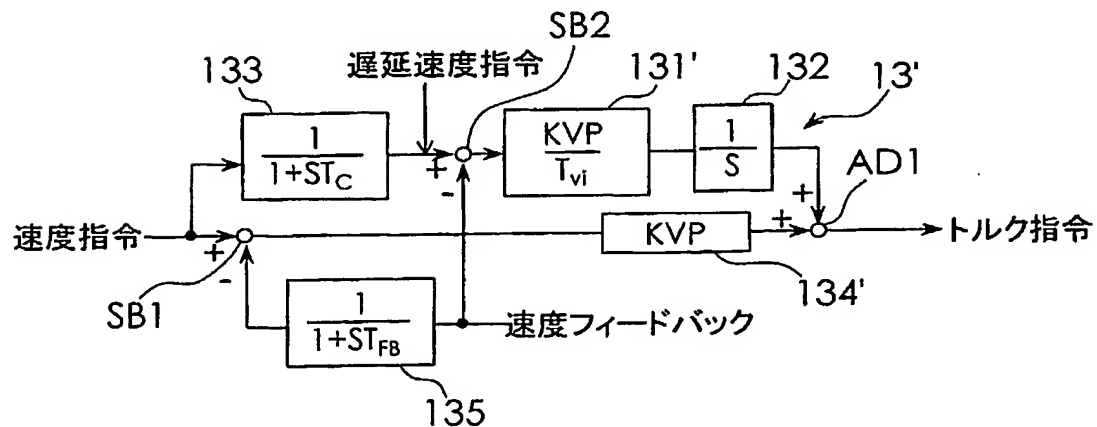
【図 1】



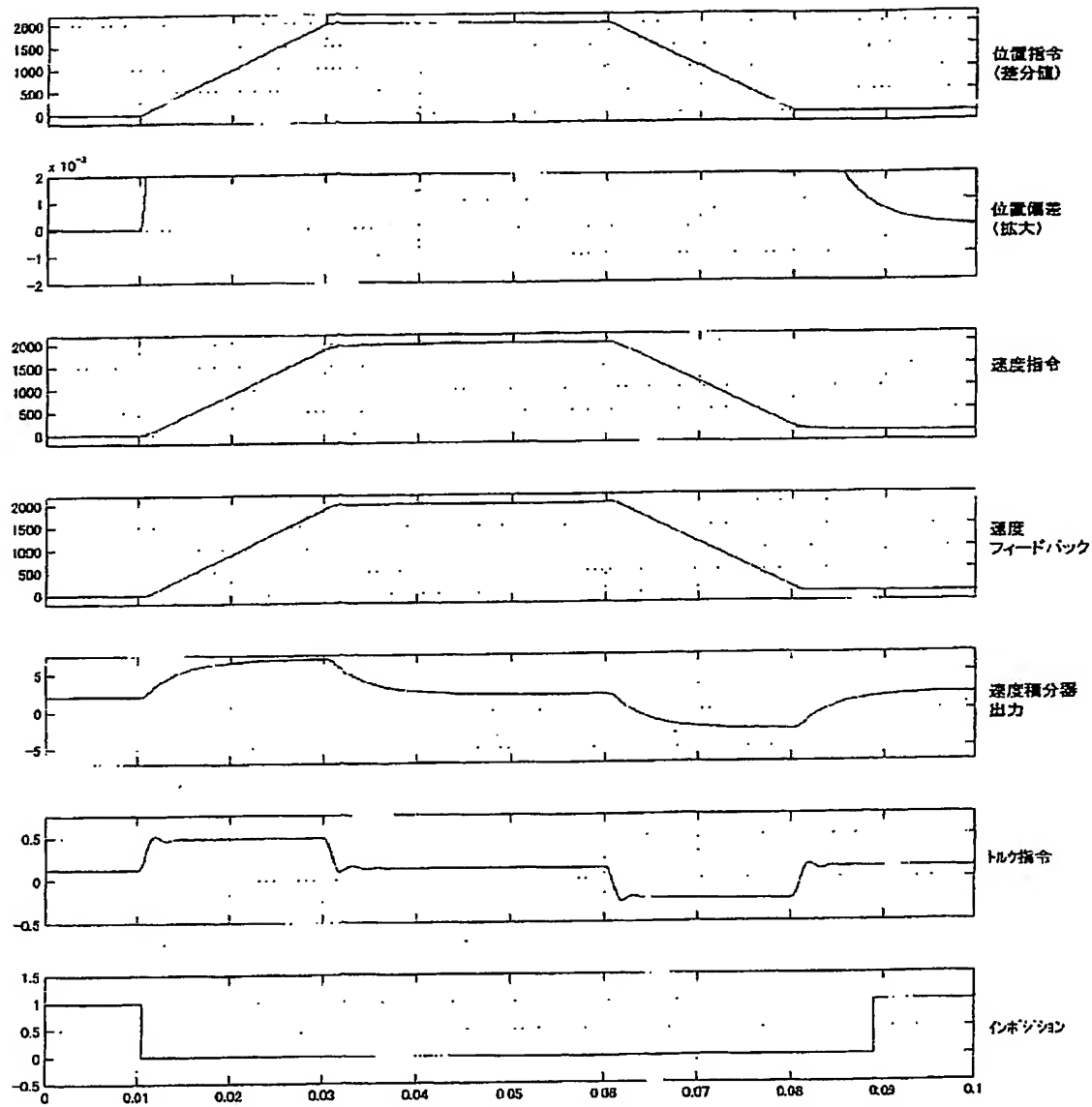
【図 2】



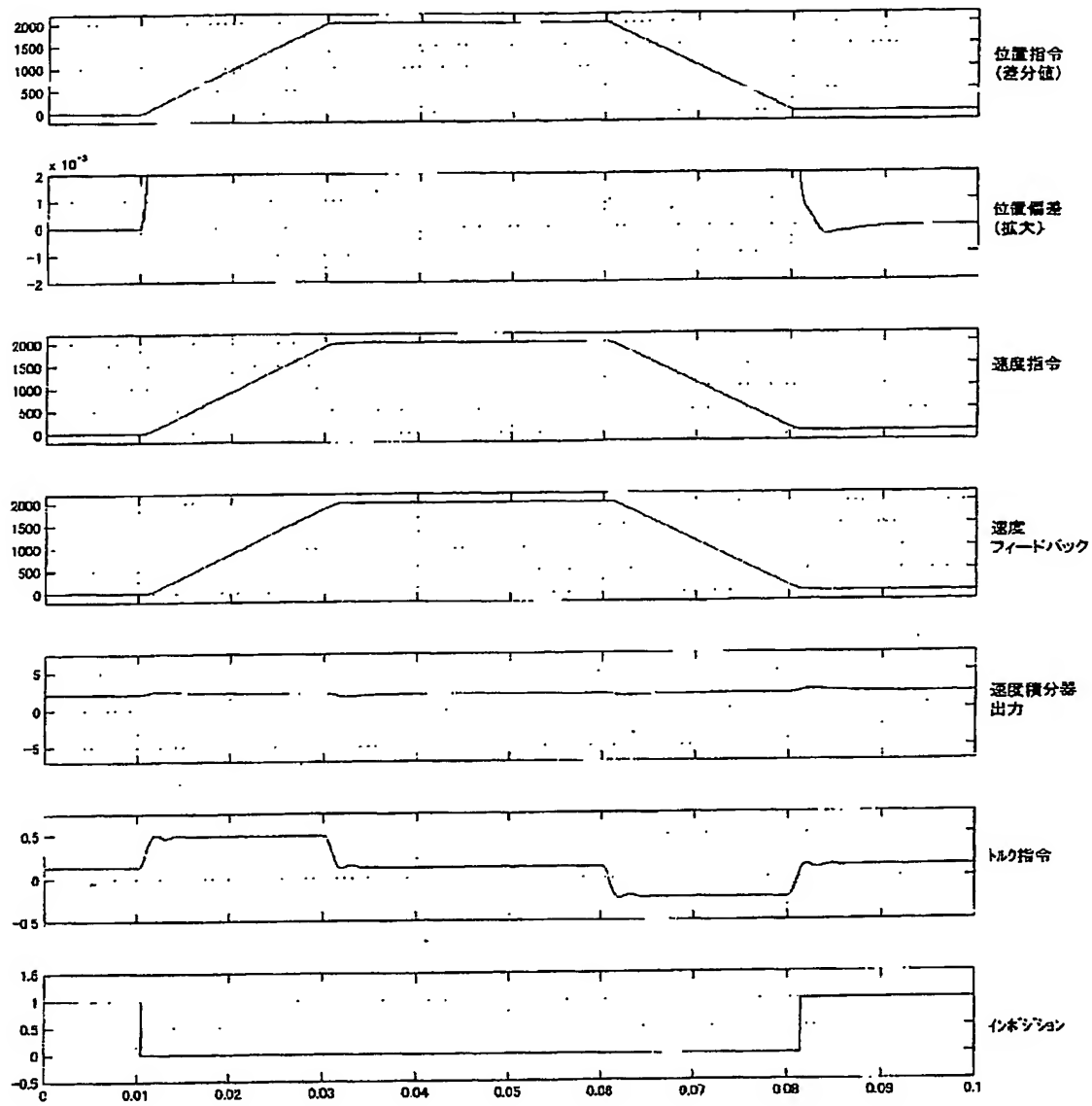
【図 3】



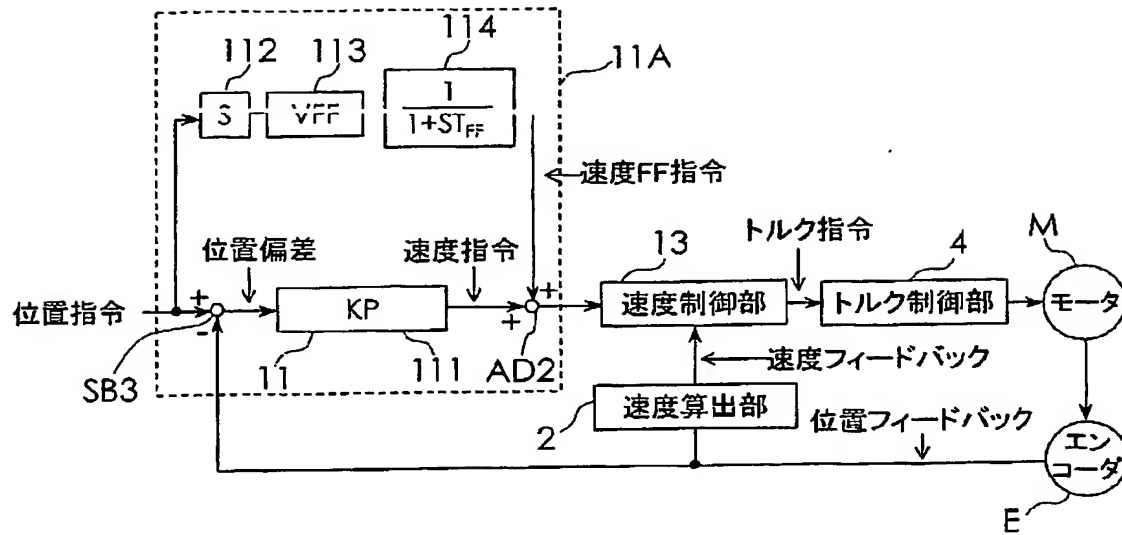
【図 4】



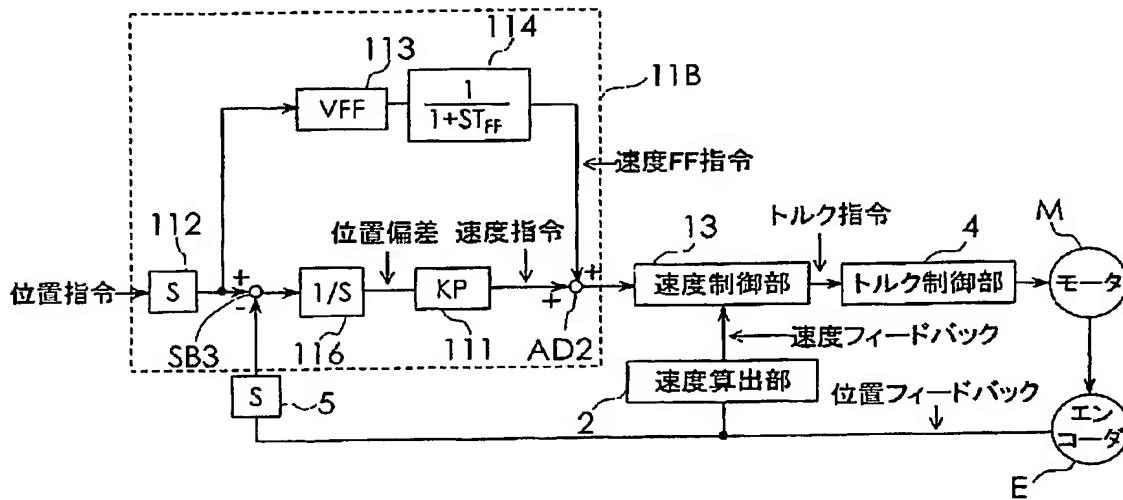
【図 5】



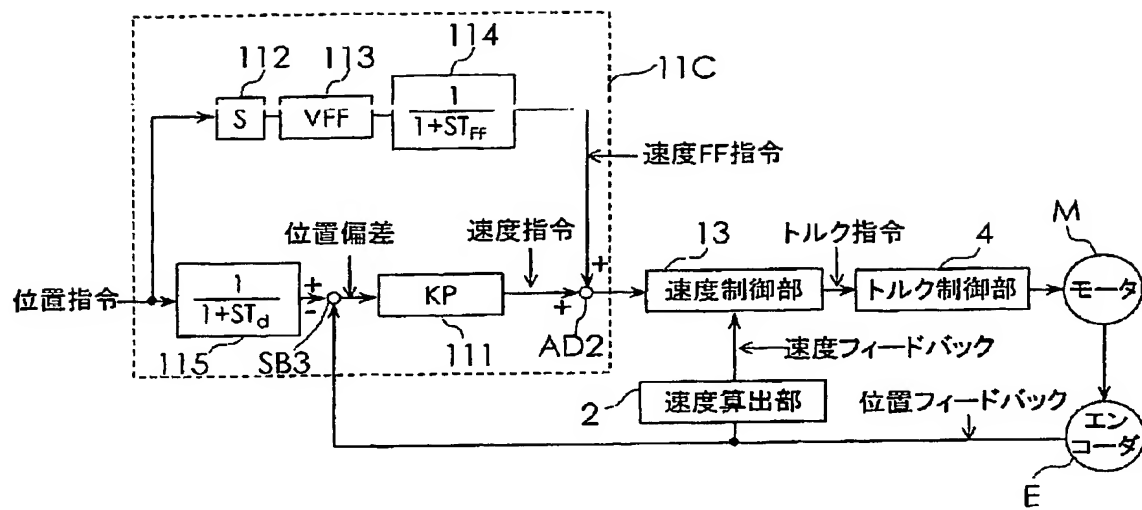
【図 6】



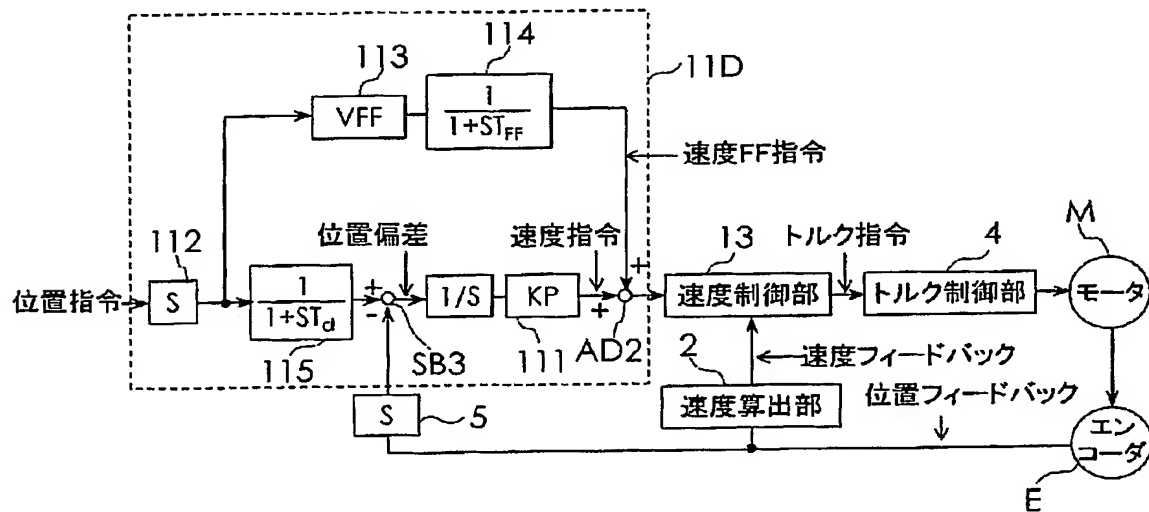
【図 7】



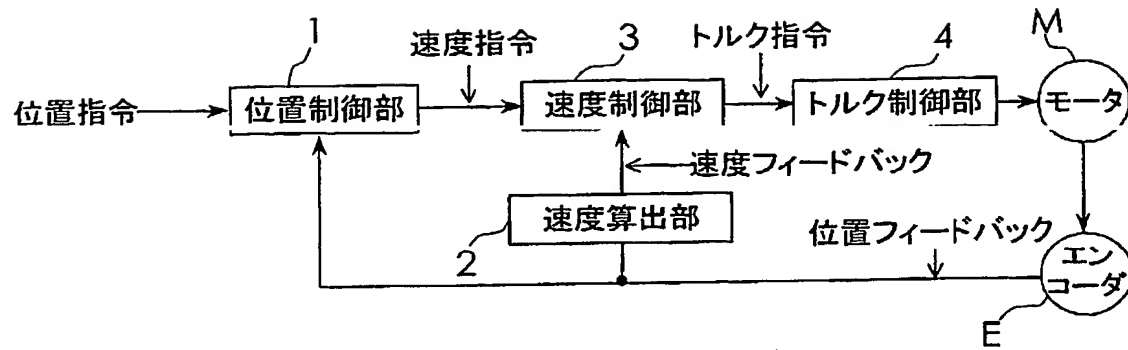
【図 8】



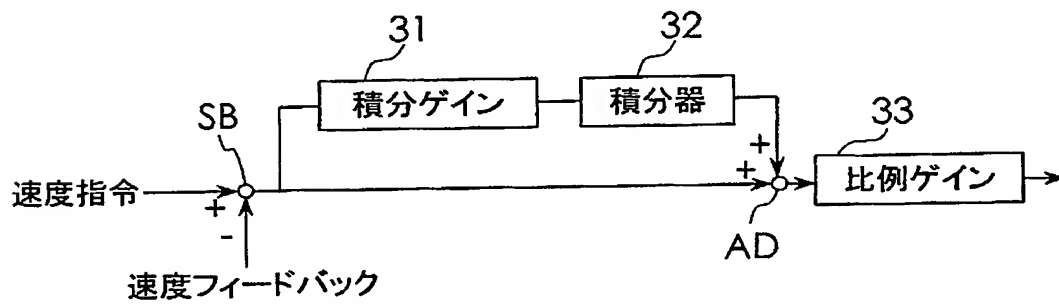
【図 9】



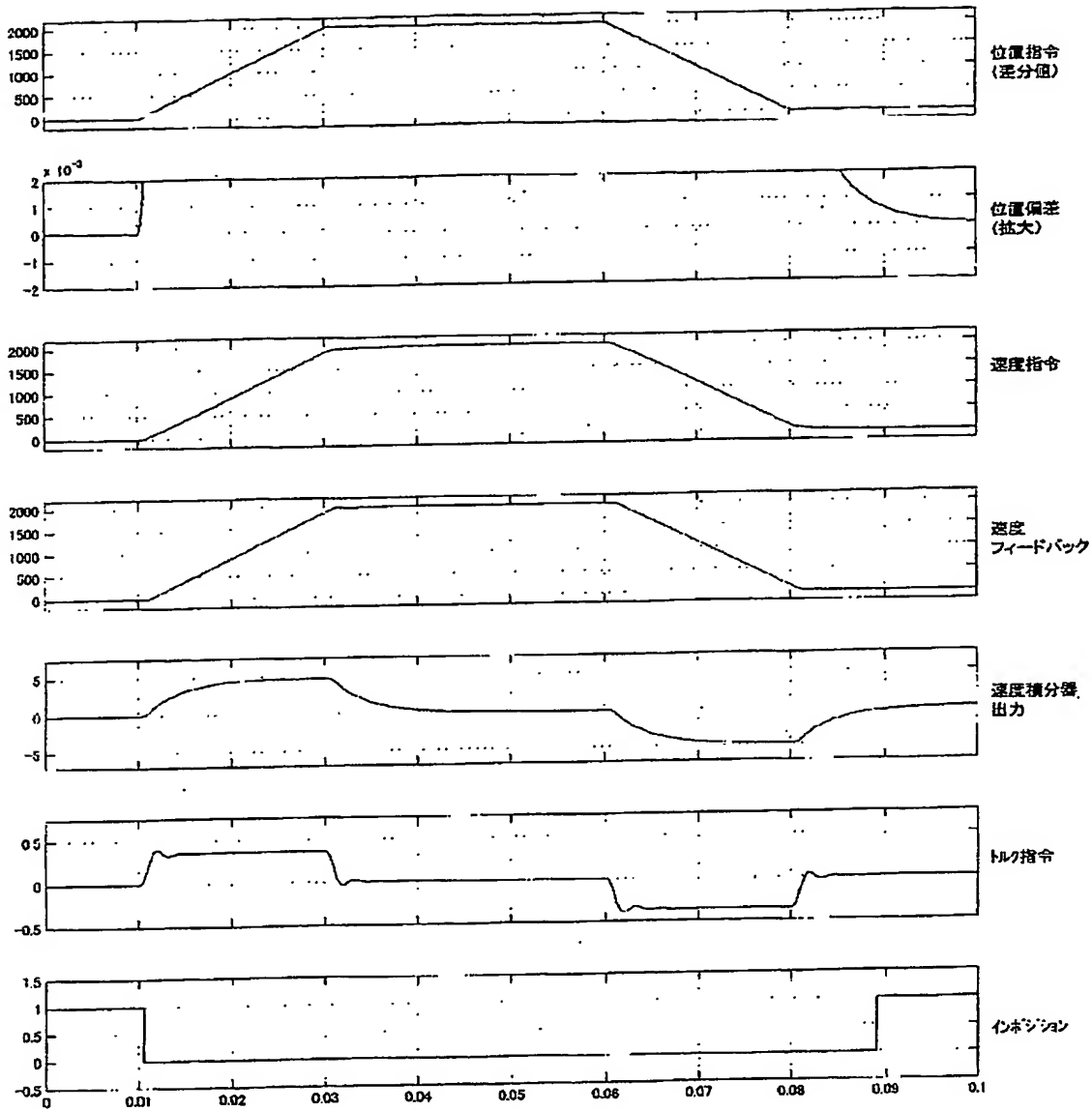
【図 10】



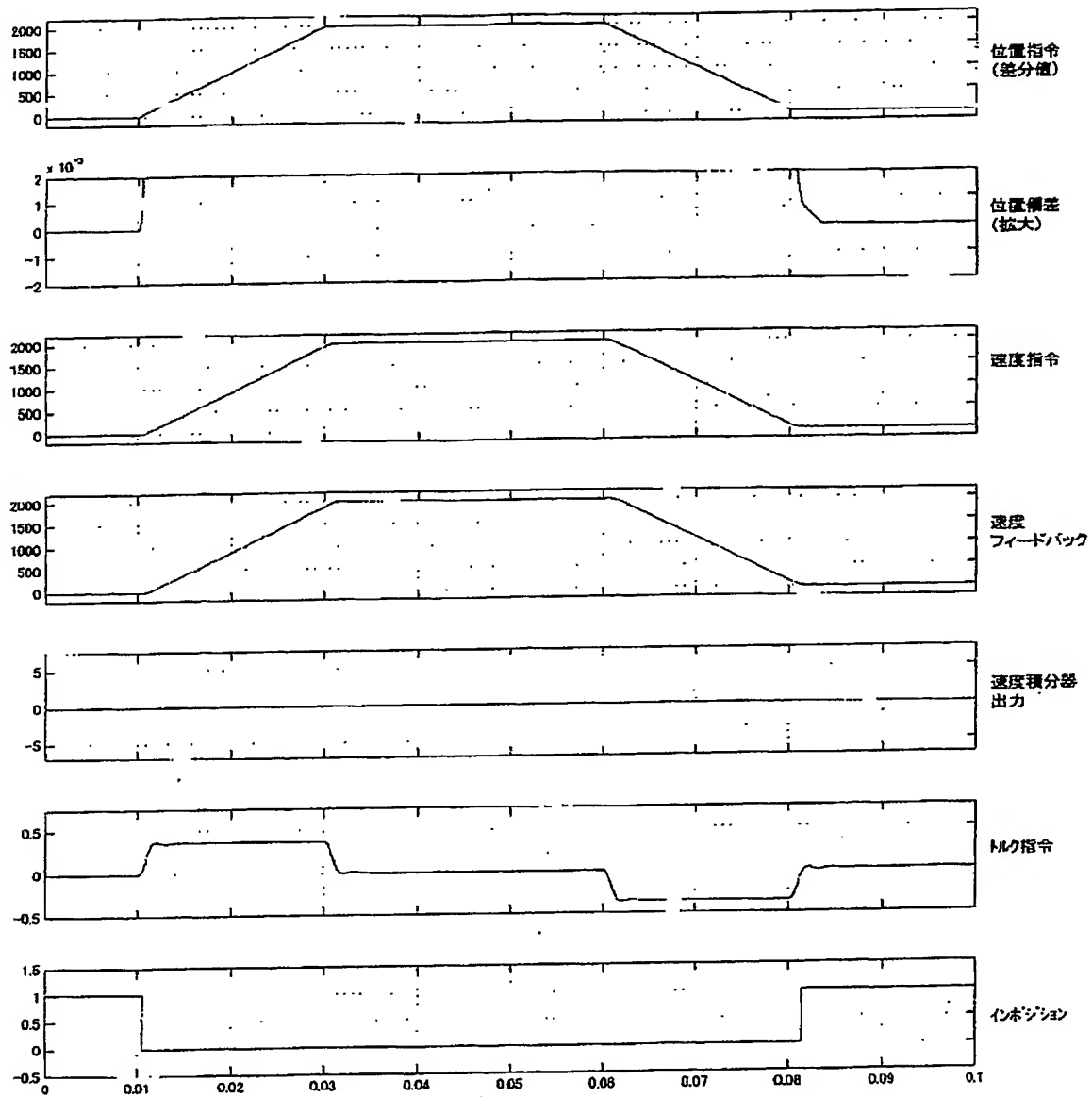
【図 11】



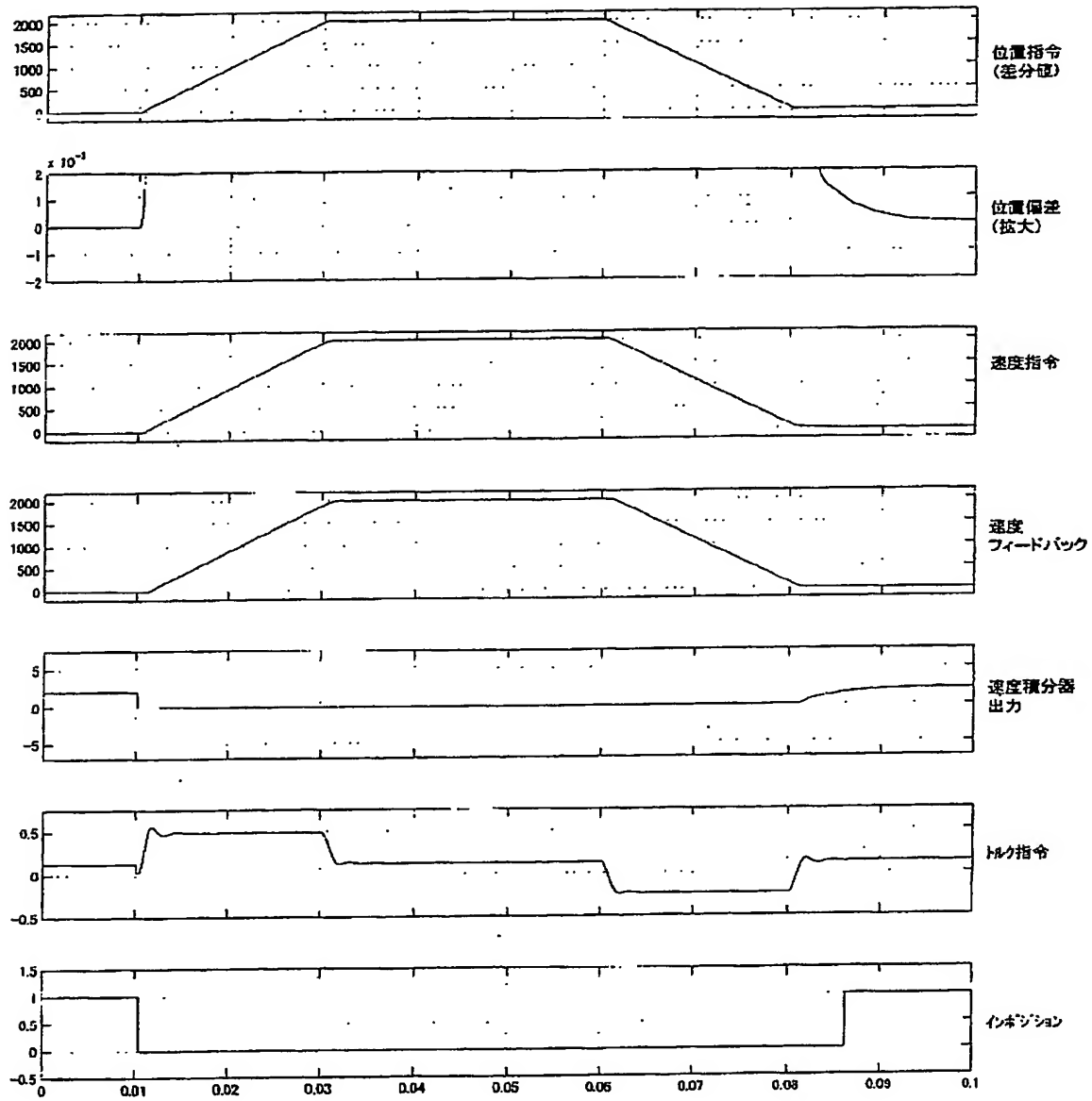
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 仮に外力などがあっても、位置決め整定時間を短縮できるモータの位置制御装置を提供する。

【解決手段】 速度制御部 1 3 に、速度制御系の遅れに相当する伝達関数を有する速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ 1 3 3 を含める。また速度制御部 1 3 を速度指令を速度制御側遅れ補償ローパスフィルタ 1 3 3 に入力して得た遅延速度指令と速度との速度偏差を積分する速度積分器 1 3 2 を含んで構成された積分制御系と、速度指令に比例した指令を出力する比例制御系と、積分制御系の出力と比例制御系の出力とを加算したものに速度比例ゲインを乗じてトルク指令として出力する乗算手段 1 3 4 とから構成する。更に位置検出部の量子化誤差及び／または位置誤差が原因となって発生するリップルが、トルク指令に現れるのを阻止する伝達関数を有する速度フィードバック・ローパスフィルタ 1 3 5 を設ける。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 0 6 4 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 8 0 0 2 5]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 6 月 3 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都豊島区北大塚一丁目 1 5 番 1 号

氏 名

山洋電気株式会社